第33卷 第1期 昆 虫 学 报 Vol. 33, No. 1
1990年2月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Feb., 1990

灌浆固堤时怎样寻找黑翅土白蚁的巢位*

李 栋 陈均贺 张鉴发 黄立端
(广东省昆虫研究所,广州)

摘要 黑翅土白蚁 *Odontotermes formosanus* (Shiraki) 是我国南方诸省土质水利工程的严重害虫,它的巢系结构破坏堤坝,常常酿成灾难。本研究说明巢位真菌指示物的生长条件,利用巢位指示物进行灌浆加固堤坝,取得非常理想的效果。

关键词 黑翅土白蚁 巢位指示物 地炭棍

黑翅土白蚁 *Odontotermes formosanus* (Shiraki) 是我国南方诸省土质水利工程的大敌,它的为害既普遍又严重,常常导致堤坝发生管漏、跌窝、滑坡等重大险情,烈者还会酿成崩堤垮坝的灾难。

1981 年研究出"黑翅土白蚁的分群孔与主巢方位的关系(李栋等,1983),将主巢的分布位置确定在堤坝的特定环境条件下的一个小范围内。1982 年又研制成改进型的灭蚁诱饵条,灭蚁效果十分理想,解决了灭杀白蚁问题。1982—1986 年为了更准确的在主巢方位区内査明死白蚁巢位,开始研究出现的零星真菌地炭棍 *Xylaria nigripes* (Ki) Saco 作为巢位的指示物加固堤坝的可行性。经过多年来的努力,现已较满意地建立了灭白蚁定巢位固堤坝的一套理论与技术程序,为确保土质堤坝的安全提供了科学依据。研究内容:1. 室内真菌地炭棍的培养与解剖;2. 堤坝上灭杀白蚁巢穴出现的地炭棍观察与解剖;3. 真菌地炭棍密集区打孔灌浆加固堤坝试验;4. 打孔灌浆的效果验证。

方 法 与 步 骤

一、室内培养

1. 从中山大学校园内挖取黑翅土白蚁的主巢及其卫星菌圃,置于白蚁培养池内。

2. 白蚁培养池高 120cm,长 60cm,宽 60cm,先在池底铺设 15cm 厚的红壤土,将主巢放在上面,主巢周围用桉树木支撑住,其外围用土压实。主巢上方土壤内埋放 10 个菌圃,最大的是 18 × 10 × 5(长×宽×高)cm,最小的是 3 × 3 × 0.7cm。在池内插有玻璃管加水调节巢内湿度,巢内插有温、湿度表测量其温度和湿度的变化。土壤含水量用拱干法 3 天测定一次。每天观察检查记录 1—3 次。

3. 解剖自然衰亡巢中出现的地炭棍的形成——菌核、假根以及巢顶地面上长出的子实体观察。

二、室外观察解剖

本文于 1987 年 1 月收到。
* 本研究承蒙中国科学院上海昆虫研究所夏凯龄教授和中国科学院动物研究所黄复生教授指导;参加部分研究的还有石锦祥、李富强、黄为良等同志;东莞市水电局李子达、袁康桂、郭振华等;新会县水电局苏耀枢同志;三水县水电局李可丰、李锦文等同志,在此一并致谢!

1. 每年 4—6 月份在白蚁的分群季节中，根据堤坝白蚁的分布规律性，仔细查标白蚁的分群孔，并做好详细记录。

2. 每巢白蚁的分群孔内施放灭蚁诱饵条 2—3 条，只要操作得当，白蚁一定会吃掉灭蚁诱饵条而全歼整群白蚁(图版 I：3)。

3. 施药后 20 天开始每隔 10—15 天，在主巢分布方位区内或附近，仔细地查找巢位指示物——地炭棍，记录菌株密集区或菌株数量和测量菌区的范围大小，并标记清楚在堤坝上的位置。

4. 解剖验证灭杀效果及其地炭棍与巢位的关系。

5. 地炭棍密集区(一般是主巢位置，图版 I:2)或菌株区内上方处，用 ϕ 2—3cm 的钢锥打 1 个或 3—5 个孔，孔深 2.5—3.0m，用手摇灌浆机灌泥浆充填蚁穴空洞，观察灌浆的效果，以回浆为准。

6. 若此巢白蚁的蚁道已贯穿堤坝的内、外坡时，孔内灌浆进行中，首先是位于堤坝内、外坡最低水平位置的蚁道口先冒浆出来，及时堵实冒浆孔继灌。随后依次又有较高和更高水平位置的蚁道口又先后冒浆，依次逐一堵住冒浆蚁道口，再继续灌浆。最后，直至灌浆孔回浆出来为止，就证明此巢白蚁的巢居结构内，已经灌满了泥浆。待泥浆干缩后，再反复灌浆 1—3 次，就可基本上填实因蚁患造成堤坝内的孔穴。

试 验 结 果

从表 1 中看出地炭棍的生长发育情况：

表 1 解剖蚁巢观察地炭棍的结果 (1983 年 3—10 月)

编号	培养至出现地炭棍天数	地炭棍生长发育情况			注
		菌核大小 (长×宽×厚) (cm)	假根(颜色、形状、大小)		
			黑褐色 (长度×直径)cm	灰白色 (长度×直径) cm	
1	25	在菌圃内有两颗黑褐色菌核（豆芽形和芋头形）：4 × 2.5 × 1.2 2×2×1.5	黑褐色、条形 1.3×1.8 2×0.2	未见	图版 I:1
2	30	菌圃腔内有一颗黑褐色的蝶翅形大菌核 11×6×3.7	黑褐色、条形分叉 6×0.5 5×0.5	未见	图版 I:1
3	33	在菌圃内黑褐色菌核并向上有分叉 2.4×1.5(长×直径)	黑褐色，扁平带状分两叉 3.8×0.8 3×0.2	菌圃上长出两条分叉假根，灰白色 12×0.8 7.7×0.2	
3	33	在菌圃内、黑褐色菌核 2×1.2(长×直径)	黑褐色、条状假根下部膨大为 2×5，上部细长为 13×0.1	菌圃上长出两条灰白色假根 5×0.5 2.5×0.1	
4	13	未记	黑褐色、长条状 4.5×0.8	假根分三叉，中间一根似佛手花 2.5×1.2	

在室内：(1) 3 月 31 日埋入土深 25cm，于 4 月 25 日发现菌圃衰亡，经解剖出现两个带假根的菌核，历时均为 25 天。(2) 4 月 30 日发现变质菌圃上长出一个蝶翅形的大菌核并带有两条假根，历时 30 日。(3) 5 月 3 日发现衰亡菌圃内有两个带假根的菌核，历时 33 日。(4) 7 月 1 日又在培养池内 20cm 深处，埋入两个大小分别是 18 × 12 × 2cm 和 15 × 10 × 1.5cm 的同巢菌圃，12日后检查，发现一个菌圃内生出带假根的菌核。(5) 从白蚁外出取食修筑泥被、泥线的数量逐渐减少，至 9 月 26 日未发现工蚁和兵蚁外出活动。10 月 12 日解剖主巢，整巢白蚁已死亡。从主巢到地面的整个土层内，均有白色假根生出，并在主巢上方的土表长出白色分叉的地炭棍子实体。

上述蚁巢培养至地炭棍产生观察期间，土壤含水量在 16—22%，巢温 20—26℃、相对湿度 90—94% 范围内。此期，室内温度 20—29℃、相对湿度 98—100%。

在室外：只例举数百巢地炭棍中解剖验证的 13 巢例，说明地炭棍直接指示蚁巢的地表位置(表 2)。

表 2　堤坝上巢位指示物地炭棍的查标与解剖结果

年	编　号	地　　点	地炭棍密集区(cm) 或条数(条)	据地炭棍解剖主巢		注
				蚁巢深度(cm)	主巢大小 长×宽×高(cm)	
1983	1	斗门乾务水库	70×100	110	50×43×48	灭杀白蚁44日子实体高度12cm
	2		60×100	120	62×57×48	43 日子实体高度 15cm。
	3		50×120	90	55×55×46	33 日子实体高 10 cm
	4		30×60	118	50×38×43	73 日子实体高 7.5cm
1985	5	东莞潢新围	33	120	65×60×60	灭蚁后，一般长出子实体高度 7—8cm，最早 20 余日，通常 60 多日则大量出菌。刚出土的子实体为灰白色，渐变为灰黄色，最后为黑褐色。
	6		110	130	75×70×70	
	7		96	170	90×80×80	
	8		60	140	75×70×70	
	9		97	130	60×60×55	
1986	10	东莞潢新围	500	130	70×70×60	同上
	11		130	135	55×50×50	
	12		134	110	50×50×45	
	13		34	130	60×60×65	

从表 2 中看出，所查标的地炭棍密集区的堤坝下面的土壤中一定深度 (90—170cm) 的位置就是白蚁主巢。一般巢深(个别巢深 3m) 在 2m 左右时，基本上可生长出地炭棍巢位指示物。地炭棍开始生出地面上时，子实体非常细小，白色，随后逐渐变粗，颜色由白色→灰白色→灰黄色→黑褐色。高度从出地面到长到 10—18cm，大约要 1 个月左右的时间。

根据巢位指示物地炭棍解剖的主巢腔内，有许多地炭棍黑褐色假根，有些卫星菌圃中的白蚁已经死亡，菌圃上长出假根，地面上还未出现子实体。一群黑翅土白蚁的巢居结构的白蚁被毒死后，巢居结构的地面上，可长出地炭棍多达 500—600 条，范围在 $4m^2$ 左右。

综上所述，对于地炭棍的生长规律的室内、外观察与解剖结果阐明：

(一)地炭棍可以在土壤(红粘土、沙壤土和黄粘土)内,于 2m 左右深度的死亡或衰亡蚁巢中产生菌核、生出假根,穿越土层到地面上长出子实体。

(二) 蚁巢中生长地炭棍的条件是,巢温在 24—26℃,室温 20—29℃, 大气温度 30℃左右; 土壤含水量(巢围)在 12—22% 范围内,巢内相对湿度 90—94%, 室内相对湿度 98—100%。野外研究在 4—6 月份进行,此时广东正是雨季,所以土壤的湿度即含水量可以达到室内的要求范围。

(三) 地炭棍的生长发育规律

1. 生长地炭棍的先决条件是当蚁巢处于衰亡时期时,白蚁的死亡造成白蚁真菌(小白球菌)也衰亡,地炭棍失去抑制因子 (Beal, 1983), 地炭棍非常迅速地生长发育起来。本研究进一步证实了此理论。在解剖中观察到了室内(自然衰亡蚁巢), 室外(灭杀后)菌圃内的白蚁虽未完全死亡,但菌圃上的小白球菌 (*Termitophaeria duthiei* (Berk) Ciferri) 已经消亡。这是因为白蚁的巢居结构基本上是一个封闭系统, 巢内生活着众多的白蚁和小白球菌等共生物,它们的呼吸作用中产生大量的 CO_2, 致使巢内 CO_2 浓度相当高, 一般相当于空气(0.03%)中 CO_2 浓度的 100—200 倍。 随着巢内的白蚁和共生物的衰亡, CO_2 浓度也随之下降,这是地炭棍在衰亡蚁巢内所以能够生长发育的主要原因。最近,陈宛如(1986)的报道中也证实此点。

2. 地炭棍由菌核、假根、子实体三部分组成。菌核表面上有许多皱褶。假根通常先由菌核的两端生长出来,刚生出的假根均为白色,随着假根发育增长, 靠近菌核部分的假根渐渐变黑,远离假根部分则是白色、灰白色,这样假根就明显地分成两段颜色,近核部分深色,远核部分浅色。出地面的子实体的颜色,也是随着时间的推移由浅色变成深色, 由细小变粗大,最高达 20cm,直径在 0.5cm 左右。若无遭到破坏,子实体在地面上保留一年以上,从形态上看只是干缩枯萎的样子(表 3)。

表 3 灭杀堤坝白蚁巢数及其巢区出菌率(%) (1985—1986 年)

项目/效果		重点	副点			扩大试验应用点		
		东莞市	东莞市			新会	三水	
		挂影洲围	大围	大王洲围	滘新围	古兜电站	虎爪围	榕寨围
杀灭巢数*	1985	68	31	48	29	25	—	—
	1986	123	32	23	33	42	17	64
出菌率▲	1985	89.55	57.14	74.19	28	60	—	—
	1986	89.74	73.04	85.71	83.40	83.33	76.46	51.56
备注		重点试验定期检查	一般试验,基本上按期(1985 年抽查)检查			在我所指导下,由水利部门的同志,按要求自己进行。		

* 灭杀巢数中包括: 1.解剖验证灭杀效果蚁巢; 2.标号被破坏,迷失蚁巢; 3.无法出菌蚁巢(如堤上堆放工程用沙、石等物)。

▲ 出菌率是除文中所述情况外的实际统计数字。

从表 3 看出，1985 年在东莞市挂影洲围重点研究堤段上，灭杀 68 巢白蚁，巢区出菌率高达 89.55%；1986 年灭杀 123 巢白蚁，巢区出菌率高达 89.74（截止于 8 月 16 日检查)。1985 年研究副点查标灭杀 108 巢白蚁，因工作量太大，人员所限，只能进行抽查，所以，查到的出菌率不高，只有 28—74.19%；1986 年查标灭杀 88 巢例，增加科研人员，基本上按期检查，出菌率达到 73.04—85.71%。

巢位指示物处灌浆效果(图版 I：4)：本试验首先是在重点研究堤段挂影洲围进行的。1985 年打孔灌浆 65 巢例，灌入巢居结构内泥浆 974 桶，折合干土方 30.68 m^3，平均每巢白蚁的巢居结构内，灌入土方 0.472m^3，最大的巢居结构内灌入 2.74m^3。1986 年灌入巢居结构内 1416 桶泥浆，折合土方 44.6m^3，平均每巢白蚁的巢居结构内，灌入 0.33m^3 的干土，最大一巢白蚁的巢居结构内，灌入土方是 0.851m^3。1985 年于重点试验堤段挂影洲围上，取得理想的灭蚁固堤效果后，东莞潢新围、大围等(共 60 多 km)也陆续推广应用，有效地消除了白蚁隐患加固堤围。

经解剖，巢位指示物地炭棍位置打孔灌浆效果非常理想。如挂影洲围和潢新围抽查解剖的巢例，干缩泥浆土方基本上填满了蚁穴空洞。

在灌浆进行中，堤身、堤脚、田埂、竹根、堤身的缝隙处等部位发生冒浆孔的占灌浆总巢数的 96.27%。可见，堤围内白蚁隐患的严重程度。一旦河水突然升高，就必然发生管漏、跌窝、滑坡重大险情，甚至酿成溃堤灾难。

本研究说明，利用巢位指示物灌浆加固堤坝与水利上常规灌浆法相比，经济效益十分显著。如挂影洲围过去全面锥探灌浆一次要历时 900 多天，而且无的放矢的灌浆效果很不理想。而现在有的放矢的灌浆只需 45 天(包括全过程)，不仅填塞住蚁患空洞，加固了大堤安全，而且从所花劳动日和劳动力的统计数字看，节省 20—49 倍。

结　论

一、利用我所研制的改进型灭蚁诱饵条，可全歼整巢堤坝白蚁。

二、在堤坝内，蚁巢处于常位深度时，无论堤坝土壤是均质黄粘土，还是红壤土或沙壤土时，土壤含水量在 12—22%，巢温在 20—26℃、相对湿度在 90—94%，气温在 30℃左右时，经过灭杀的蚁巢，一般均可出现地炭棍。

三、必须在主巢分布方位区内或附近，仔细拨开草丛寻找地炭棍，切勿粗心大意。

四、确定巢位指示物后，可选择有利于灌浆季节，进行灌浆加固堤坝。

五、利用地炭棍位置打孔灌浆加固堤坝，比水利工程常规灌浆法，灭蚁灌浆加固堤坝的效果更加理想。

六、在特殊情况下，如极度衰亡巢或超常深度蚁巢，或因人畜践踏等原因，无法出地炭棍或出菌后即遭破坏而找不到时，可采用分群孔图象判断巢位法灌浆，但花工时多些。

参　考　文　献

李栋编著　1977　堤坝白蚁。广东科技出版社。
刘源智等　1975—1980　四川白蚁研究文集。100—1。

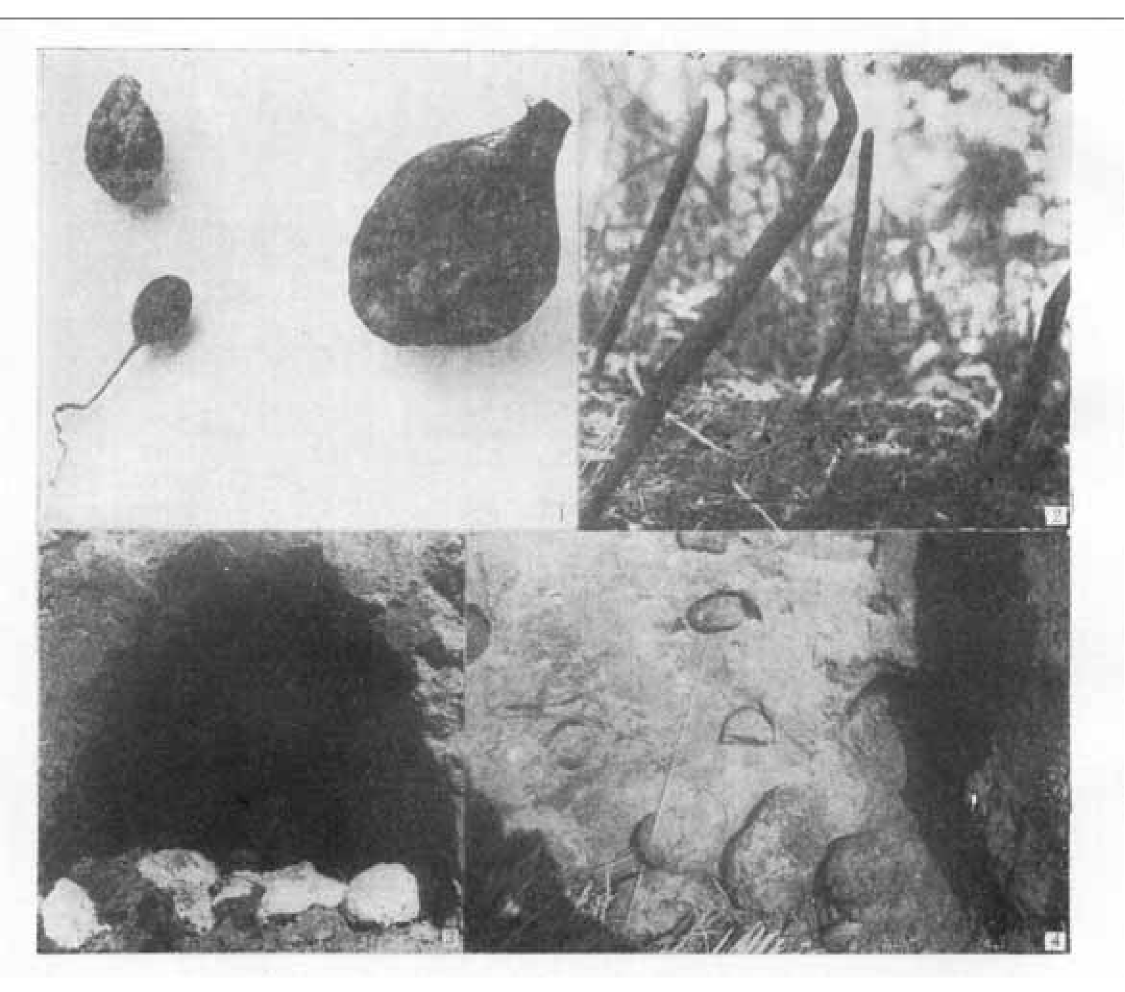
李 栋等 1981 利用放射性同位素 131I 标记法研究黑翅土白蚁的取食活动。昆虫学报 24(1): 113—4。
李 栋等 1983 黑翅土白蚁的分群孔与主巢方位的关系。昆虫学报 26(1): 30—5。
李 栋等 1983 灭蚁毒饵诱法。商品养护技术(2): 30—1。
李 栋等 1985 应用分群孔图象判断巢位技术中出现的差误商榷。昆虫知识 22(4): 161—3。
李 栋等 1986 大洋河水库晴天垮坝的调查。白蚁科技(2): 22—5。
李 栋等 1986 白蚁巢系结构破坏堤坝稳定性的研究。生态学报 6(1): 60—4。
李 栋等 1986 黄翅大白蚁的分群孔图象与主巢的方位关系。动物学研究 7(3): 223—31。
Beal, R. H. 1983, Termitites cultivate edible mushrooms in Thailand. *Termite Abstracts* 4(4): 105.

HOW TO LOCATE NESTS OF *ODONTOTERMES FORMOSANUS* (SHIRAKI) FOR CONSOLIDATING THE DAMAGED DIKES

LI TONG CHEN JUN-HE ZHANG JIAN-FA HUA LI-DUAN
(*Guangdong Institute of Entomology, Guangzhou*)

The termite *Odontotermes formosanus* (Shiraki) is an important insect pest damaging dikes and reservoirs in South China. Its nests will endanger the dikes by creating leaks when water level is high. Consolidation of the dikes can be effected by filling mud into the nests. The termites can be effectively killed by using poisonous baits and the growth of the fungus *Xylaria nigripes* can give very useful information concerning the location of the nests which is needed for filling the empty nests by pressing mud into them. The growth and ecological requirements of the fungus have been studied and excellent results can be obtained by using the fungus as an indicator for locating the empty termite nests.

Key words *Odontotermes formosanus* (Shiraki)——*Xylaria nigripes*——locating termite nest



1.死亡蚁巢内的地炭棍菌核　2.死亡蚁巢地面上长出的地炭棍　3.用灭蚁诱饵剂毒杀的死亡白蚁主巢　4.利用巢位指示物地炭棍位置的灌浆理想效果